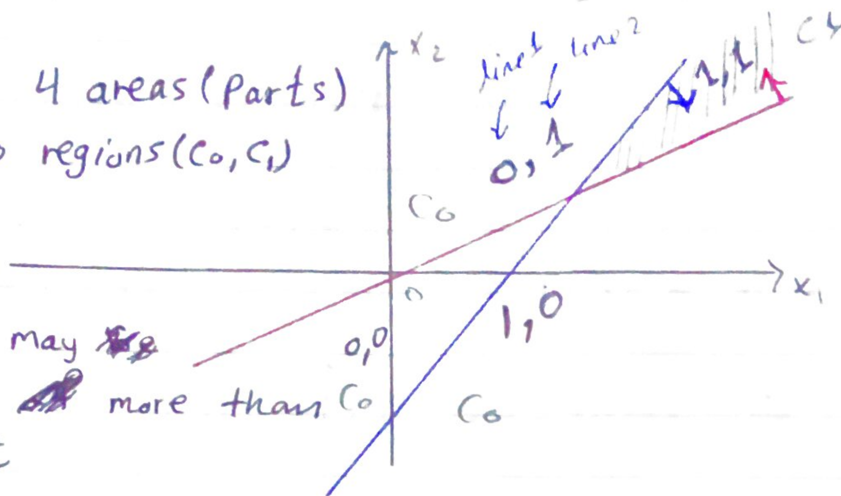
* we have 4 areas (Parts) but two regions (C_0, C_1)



two seperation lines

line 1

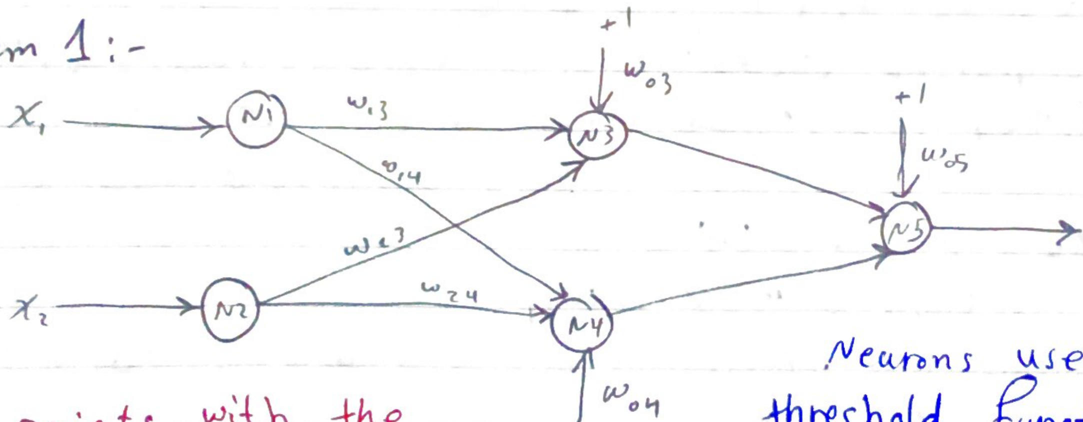
line 2

* A region may comprise more than one part

* Point classified as c_0, c_1, undefined
  → when point on the line

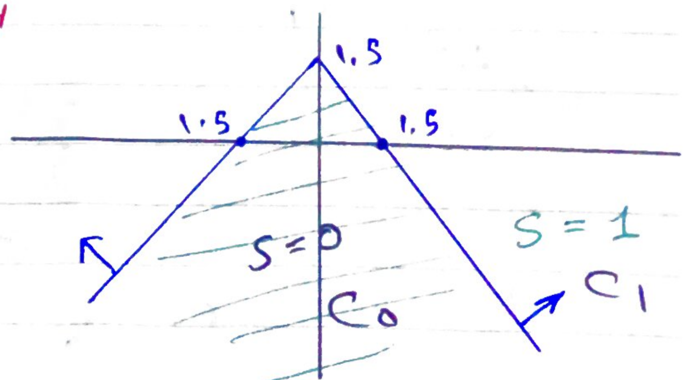
* hyperplane: is what seperates data to two classes
  - it is a line in 2-D
  - it is a surface in 3-D
* It is a generalization of seperation line for any dimension.

Problem 1:-



Neurons use Binary threshold function

- The points with the hatched region are identified by s = 0
- The points outside the region are identified



مطلوب استخراج ال weights
م معطيات المسألة

#No. of Hidden neurons = No. of seperation lines

* The first seperation line [Passing through (-1.5,0)]

$$\frac{x_2 - 0}{x_1 + 1.5} = \frac{0 - 1.5}{-1.5 - 0} \Rightarrow x_1 - x_2 + 1.5 = 0$$

Multiply by -1 for orientation

$$-x_1 + x_2 - 1.5 = 0$$

* The second seperation line [Passing Through (1.5,0)]

$$\frac{x_2 - 0}{x_1 - 1.5} = \frac{0 - 1.5}{1.5 - 0} \Rightarrow -x_1 - x_2 + 1.5 = 0$$

Multiply by -1 for orientation

$$x_1 + x_2 - 1.5 = 0$$

* نأخذ الدالة $(-x_1 + x_2 - 1.5)$ طرف أيسر من معادلة خط الفصل الأول كـ Activation لـ (N3)

$$y_3 = -x_1 + x_2 - 1.5$$

ولكن نعلم أن

$$y_3 = w_{13} x_1 + w_{23} x_2 + w_{03}$$

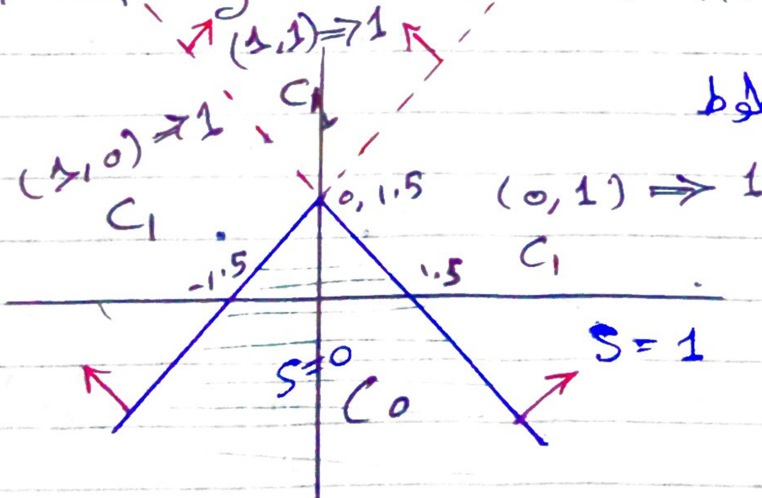
$\Rightarrow$ comparing coefficients $\Rightarrow w_{13} = -1 ; w_{23} = 1 ; w_{03} = -1.5$

* بالمثل نأخذ الدالة $(x_1 + x_2 - 1.5)$ طرف أيسر من معادلة خط الفصل الثاني كـ Activation لـ (N4)

$$y_4 = x_1 + x_2 - 1.5$$
$$= w_{14} x_1 + w_{24} x_2 - w_{04}$$

$\Rightarrow$ comparing coeffecients $\Rightarrow w_{14} = 1, w_{24} = 1, w_{04} = -1.5$

* للرسمة السابقة بمكن مد الخطوط



* لتحقيق متطلبات الـ classification في الـ 4 areas الناتجة من خطي الفصل نجد أن N_5 يجب أن يحقق العملية المنطقية OR لكل من $f(y_3), f(y_4)$ حيث $f(y_3)$ هي خرج N_3 و $f(y_4)$ هي خرج N_4

* نظرنا إلى مستوى $x_1 - x_2$ على أنه مقسوم إلى 4 parts بواسطة خطي الفصل وامتدادهما .

$$y_5 = w_{35} f(y_3) + f(y_4) w_{45} + w_{05}$$

$f(y_3)$	$f(y_4)$	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

- for $f(y_3) = 0$ and $f(y_4) = 0$

  $y_5 = w_{05} < 0$

- for $f(y_3) = 0$ and $f(y_4) = 1$

  $y_5 = w_{45} + w_{05} > 0$

- for $f(y_3) = 1$ and $f(y_4) = 0$

  $y_5 = w_{35} + w_{05} > 0$

- for $f(y_3) = 1$ and $f(y_4) = 1$

  $y_5 = w_{35} + w_{45} + w_{05} > 0$

⇒ Choose $w_{35} = 1$, $w_{45} = 1$, $w_{05} = -0.5$

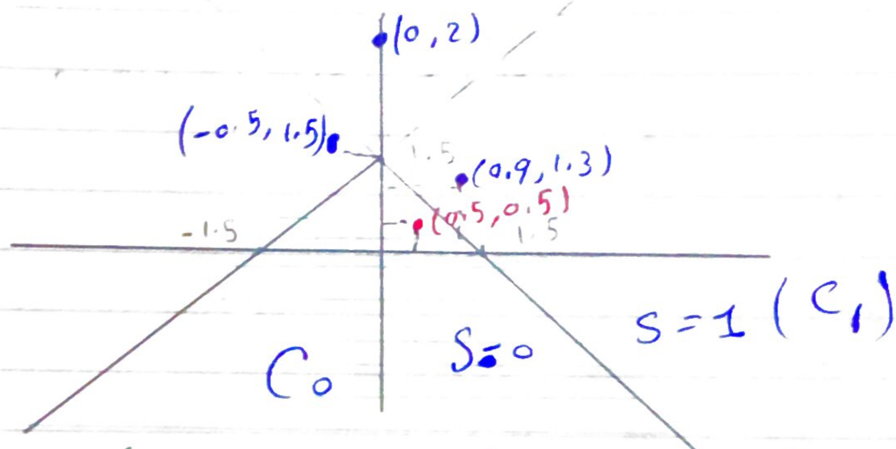
⇒ $y_5 = f(y_3) + f(y_4) - 0.5$

* من وجهة نظر الـ classification نجد أن مستوى $x_1 - x_2$ قد تم تقسيمه إلى 2 regions هما C_0, C_1 بواسطة خطين مستقيمين للفصل حيث
- جميع النقاط في C_0 تجعل y_5 بقيمة سالبة و $S = 0$
- جميع النقاط في C_1 " y_5 بقيمة موجبة و $S = 1$

* ندرس الآن كيفية تصنيف النقاط الآتية $(0.5, 0.5)$, $(-0.5, 1.5)$, $(0, 2)$, $(0.9, 1.3)$

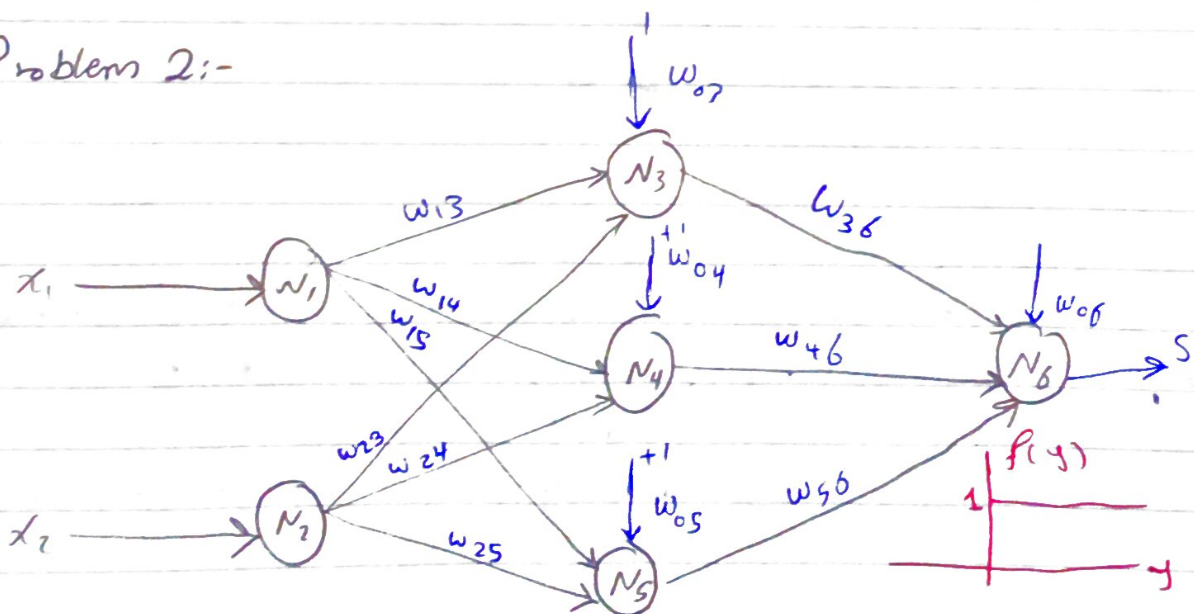
(x_1) (x_2)	y_3	$f(y_3)$	y_4	$f(y_4)$	y_5	S	Co/C1
(0.5, 0.5)	-1.5 < 0	0	-0.5 < 0	0	-0.5 < 0	0	C_0
(-0.5, 1.5)	0.5 > 0	1	-0.5 < 0	0	0.5 > 0	1	C_1
(0, 2)	0.5 > 0	1	0.5 > 0	1	1.5 > 0	1	C_1
(0.9, 1.3)	-1.1 < 0	0	0.7 > 0	1	0.5 > 0	1	C_1

تأكدم خلال الرسم بمقياس وإسقاط النقاط



لما يكون هناك خط أفقي معناه إنك أحد ال weights بصفر وبالتالي Broken link

Problem 2:-



هيبقى عند 3 seperation lines هتشتغل كـ classifier

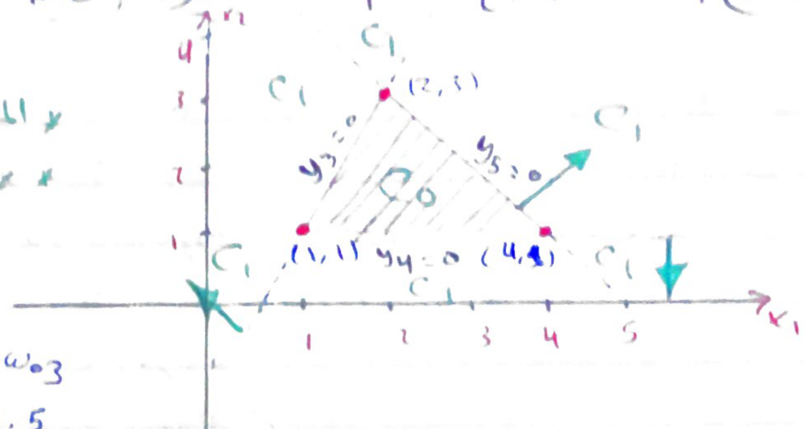
$w_{13} = -1$, $w_{14} = 0$, $w_{15} = 0.2$, $w_{03} = 0.5$

$w_{23} = 0.5$, $w_{24} = -0.8$, $w_{25} = 0.2$, $w_{04} = 0.8$

$w_{36} = 1$, $w_{46} = 1$; $w_{56} = 1$, $w_{06} = -0.5$

أثبت أن هذه الشبكة تعمل أن تعمل كـ 2-class data classifier على مستوى $x_1 - x_2$ حيث تكون جميع النقط التي بداخل مثلث رؤوسه $(1,1)$، $(2,3)$ $(4,1)$ مميزة بالقيمة $S=0$
بينما جميع النقط خارج هذا المثلث مميزة بالقيمة $S=1$

* المستوى يقسم إلى 2 regions
** 7 parts



* For neuron N_3

$$y_3 = w_{13} x_1 + w_{23} x_2 + w_{03}$$
$$= -x_1 + 0.5 x_2 + 0.5$$

* For neuron N_4

$$y_4 = w_{14} x_1 + w_{24} x_2 + w_{04}$$
$$= -0.8 x_2 + 0.8$$

* for neuron N_5

$$y_5 = w_{15} x_1 + w_{25} x_2 + w_{05}$$
$$= 0.2 x_1 + 0.2 x_2 - 1$$

the three seperation lines

(1) $-x_1 + 0.5 x_2 + 0.5 = 0$

(2) $-0.8 x_2 + 0.8 = 0$

(3) $0.2 x_1 + 0.2 x_2 - 1 = 0$

* متروك للطالب التحقق من أن هذه المستقيمات الثلاثة هي أضلاع المثلث الذي رؤوسه $(1,1)$ $(4,1)$ $(2,3)$ وذلك عن طريق التعويض المباشر للنقط
* متنساش الـ orientation

* لاحظ الـ orientation للخطوط الثلاث الفاصلة

* For neuron N_6

$$y_6 = w_{36} f(y_3) + w_{46} f(y_4) + w_{56} f(y_5) + w_{06}$$
$$= f(y_3) + f(y_4) + f(y_5) - 0.5$$

$f(y_3)$	$f(y_4)$	$f(y_5)$	S
0	0	0	0
0	0	1	1
⋮	⋮	⋮	1

أقنع نفسك إنه كل النقط بره 0, 0, 0 هتدي (1)

* لاحظ أن y_6 يكون سالبا عندما
$f(y_3) = f(y_4) = f(y_5) = 0$

* بينما y_6 موجبة لأي قيم أخرى أصفار ووحايد

* لذلك فإن N_6 سيقوم بالعملية المنطقية OR على
$f(y_3)$, $f(y_4)$, $f(y_5)$

* لاحظ أن مستوى x_1, x_2 يمكن اعتباره مقسما إلى 7 parts (areas) من خلال خطوط الفصل الثلاثة.